



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 40 27 969 C 1**

⑯ Int. Cl. 5:
H 02 M 7/48

DE 40 27 969 C 1

⑯ Aktenzeichen: P 40 27 969.3-32
⑯ Anmeldetag: 4. 9. 90
⑯ Offenlegungstag: —
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 7. 11. 91

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

MGV Margret Gruber Vertrieb GmbH, 8000
München, DE

⑯ Vertreter:

Haft, U., Dipl.-Phys., 8000 München; Berngruber, O.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8232 Bayerisch Gmain;
Czybulka, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 8000
München

⑯ Erfinder:

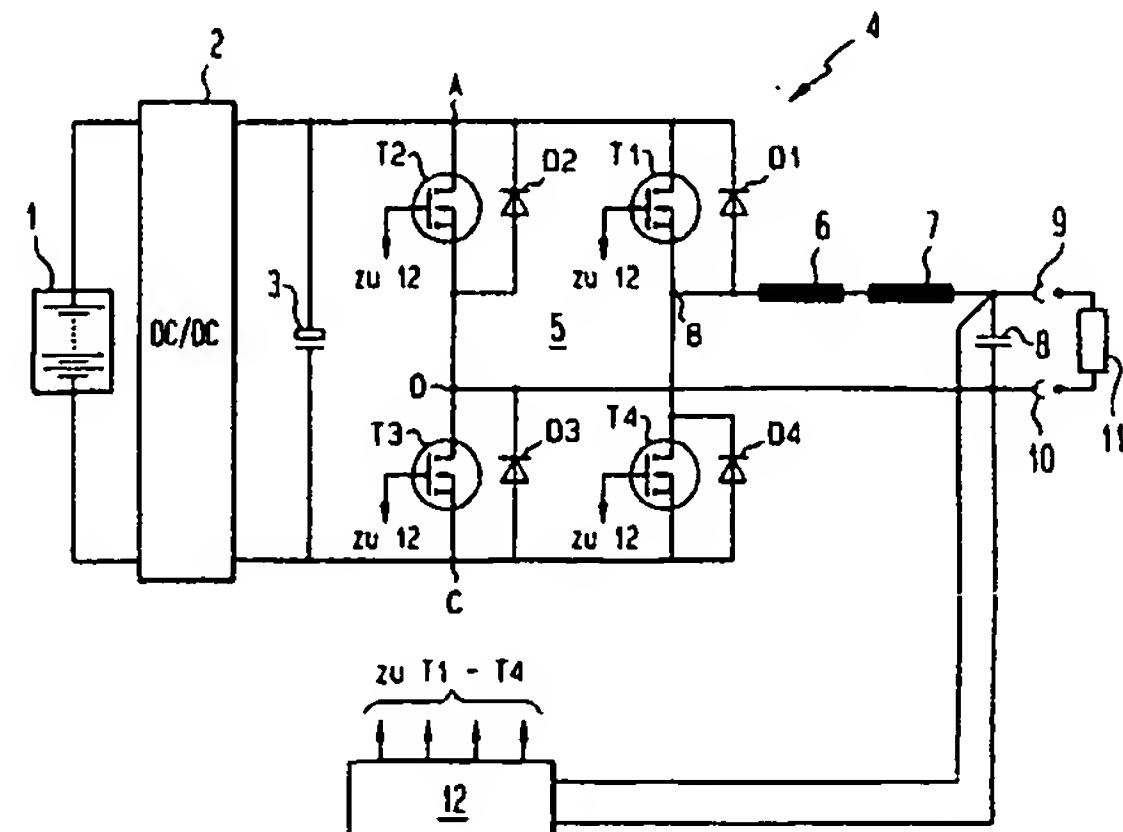
Pointner, Josef, 8092 Haag, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 17 63 941

⑯ Wechselrichter

⑯ Die Erfindung bezieht sich auf einen Wechselrichter (4) mit einer Brücke (5), in deren Brückenzweigen jeweils angesteuerte Schalter (T1 bis T4) gelegen sind. Ein Verbraucher (11) kann in Serie mit einer Drossel (6, 7) angeschlossen werden, wobei Drossel und Verbraucher im Diagonalzweig der Brücke (5) liegen. Um bei einem solchen Wechselrichter den lückenden Betriebszustand möglichst zu verhindern, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, die Drossel in eine Hauptdrossel (6, 6') und eine Nebendrossel (7, 7') aufzuteilen. Die Induktivität der Hauptdrossel (6, 6') ist wie bei herkömmlichen Wechselrichtern dimensioniert, während die Induktivität der Nebendrossel (7, 7') so bemessen ist, daß diese nur im lückenden Betrieb der Hauptdrossel (6) wirkt und gesättigt ist, sobald die Hauptdrossel aus dem lückenden in den nichtlückenden Betrieb übergeht.



DE 40 27 969 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wechselrichter gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein solcher Wechselrichter ist aus der DE-OS 17 63 941 bekannt.

Wechselrichter werden zum Umsetzen einer Gleichspannung in Wechselspannung und auch dort verwendet, wo eine Wechselspannungsversorgung zwar vorhanden, jedoch in der Frequenz ungeregelt ist. Im letzten Falle wird die zur Verfügung stehende Wechselspannung gleichgerichtet, spannungsstabilisiert und dann durch den Wechselrichter in Wechselspannung konstanter Frequenz umgeformt. Wechselrichter liefern am Ausgang z. B. eine Spannung von 230 V bei 50 Hz oder 110 V bei 60 Hz. Die Schalter in den Brückenzweigen werden mit Frequenzen im Bereich von etwa mehreren kHz angesteuert, wobei durch eine Impulsbreitenmodulation der Ansteuerimpulse die Ausgangsfrequenz der sinusförmigen Ausgangsspannung erzeugt wird. Der Wechselrichter arbeitet als Durchflußwandler, und zwar als Gegentaktdurchflußwandler.

Bei diesem Wechselrichter entspricht der Strom durch die Drossel dem Strom, der durch den Verbraucher fließt. Bei dem bekannten Wechselrichter ist im übrigen die Drossel im Diagonalzweig symmetrisch in zwei Teildrosseln aufgeteilt, zwischen denen ein Kondensator gelegen ist. Die Ausgangsspannung wird an den Anschlüssen des Kondensators abgenommen. Die Drossel ist hierbei so dimensioniert, daß bei dem durchschnittlichen Betriebsstrom die Drossel im nichtlückenden Betrieb arbeitet, der Wechselrichter somit eine kontinuierliche Sinus-Ausgangsspannung liefert. Fällt jedoch der Verbraucherstrom unter einen bestimmten Wert, so geht die Drossel in den lückenden Betrieb über. Hierbei kann die Eingangs-Gleichspannung nicht mehr in eine kontinuierliche Sinus-Ausgangsspannung umgesetzt werden bzw., es ist eine stabile Spannungsregelung des Wechselrichters nicht mehr gewährleistet. Dies liegt daran, daß sich die Kennlinie des Stellgliedes, zu dem auch die Drossel gehört, in dem Spannungsregelkreis des Wechselrichters im Übergangsbereich zwischen lückendem und nichtlückendem gravierend ändert. Ein lückender Betrieb kann auch bei relativ großer Last im Bereich der Nulldurchgänge der Ausgangsspannung des Wechselrichters auftreten, bedingt dadurch, daß dann die Spannung an der Drossel – und damit auch der Strom – relativ klein ist und der Übergangspunkt zwischen lückendem und nichtlückendem Betrieb nach unten zu kleineren Spannungswerten verschoben wird. Auch bei diesen Zuständen kann es zu Instabilitäten der Regelung kommen.

Man könnte den Spannungsregelkreis zwar in einem Kompromiß so auslegen, daß Instabilitäten weitgehend vermieden werden; dies führt jedoch dazu, daß der Klirrgrad der Ausgangsspannung sehr groß wird. Beides ist jedoch nachteilig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wechselrichter der eingangs genannten Art so zu modifizieren, daß der lückende Betrieb möglichst unterdrückt wird und damit auch die Voraussetzung für eine stabile Regelung des Wechselrichters möglich ist.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Demgemäß wird die in sonstigen Wechselrichtern vorhandene einzige Drossel aufgeteilt in zwei in Serie geschaltete Drosseln. Die erste Drossel, im folgenden

als Hauptdrossel bezeichnet, wird wie bei herkömmlichen Wechselrichtern dimensioniert, nämlich so, daß bei durchschnittlichen Strömen, die über den Verbraucher fließen, stets ein nichtlückender Betrieb erfolgt. Die zweite Drossel, im folgenden als Nebendrossel bezeichnet, ist eine nichtlineare Drossel mit sehr großer Induktivität, die erst im ansonsten lückenden Betrieb der Hauptdrossel wirksam wird. Die Nebendrossel ist nämlich gesättigt und damit wirkungslos, wenn der Strom über den Verbraucher so groß geworden ist, daß in der Hauptdrossel kein lückender Betrieb mehr auftritt. Durch entsprechende Wahl der nichtlinearen Nebendrossel kann die Kennlinie des Stellgliedes linearisiert werden.

Hierdurch bleibt der Spannungs-Regelkreis vom Leerlauf bis zur Nennlast für den ganzen Bereich stabil. Durch entsprechende Dimensionierung des parallel zum Verbraucher gelegenen Kondensators kann der lückende Betrieb sogar im Leerlauf vermieden werden.

Eine besonders gute Wirkung erzielt man, wenn die Nebendrossel in zwei Einzelpulen aufgeteilt ist. Vorteilhaft wird hierbei die Hauptdrossel ebenfalls in zwei Einzelpulen aufgeteilt, die auf einen gemeinsamen Kern gewickelt sind.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung ist in zwei Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser stellen dar:

Fig. 1 ein Blockschaltdiagramm eines Schaltnetzteiles mit einem Wechselrichter gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ein Blockschaltdiagramm eines Schaltnetzteiles mit einem modifizierten Wechselrichter.

Eine Batterie bzw. ein Akkumulator 1 liefert eine unregelte Gleichspannung. Bei herkömmlichen Batterien bzw. Akkumulatoren schwankt diese Gleichspannung z. B. in Bereichen von 10 bis 18 V, 18 bis 40 V bzw. 40 bis 80 V. Diese Gleichspannung wird in einem Gleichspannung/Gleichspannungswandler 2, der als Gegentaktdurchflußwandler arbeitet, in eine gleichgerichtete Zwischenkreisspannung von 350 V umgewandelt. Die Ausgangsspannung des DC/DC-Wandlers 2, die an einem Elektrolytkondensator 3 anliegt, ist Eingangsspannung für einen Wechselrichter 4. Dieser besteht aus einer Vierwegbrücke 5, in deren vier Zweigen jeweils ein ansteuerbarer Schalter T1, T2, T3 bzw. T4 liegt. Die Schalter sind z. B. Feldeffekttransistoren und jeweils durch eine Diode D1, D2, D3 bzw. D4 parallel in Inversrichtung überbrückt. Die Brückelpunkte sind mit

A, B, C und D bezeichnet, wobei der DC/DC-Wandler 2 mit den Brückelpunkten A und C verbunden ist. Im Diagonalzweig BD der Brücke ist ausgehend von dem Brückelpunkt B zwischen den Transistoren T1 und T4 eine Serienschaltung aus einer Hauptdrossel 6, einer Nebendrossel 7 und einem Kondensator 8 gelegen, die zu dem Brückelpunkt D zwischen den Transistoren T2 und T3 führt. Parallel zu dem Kondensator 8 sind zwei Anschlußpunkte 9 und 10 für einen Verbraucher 11 vorgesehen. Die Spannung zwischen diesen Anschlußpunkten 9 und 10 wird als Ist-Wert einem Spannungsregelkreis 12 zugeführt, in dem der Ist-Wert mit einem Sollwert verglichen wird und der entsprechend der Differenz zwischen diesen Werten impulsbreitenmodulierte Ansteuerimpulse an die Gate-Elektroden der Transistoren T1 bis T4 liefert, so daß an den Ausgangsklemmen 9 und 10 des Wechselrichters eine sinusförmige Ausgangsspannung mit z. B. einer Amplitude von 230 V und einer Frequenz von 50 Hz abgenommen werden kann.

55

60

65

Die Ansteuerfrequenzen für die Transistoren liegen im Bereich von ca. 40 kHz.

Die Hauptdrossel 6 wird wie bei herkömmlichen Wechselrichtern dimensioniert. Mit den obigen Vorgaben beträgt die Induktivität etwa 200 μ H bis 1000 μ H. Die Nebendrossel 7 ist eine nichtlineare Drossel mit einer sehr großen Induktivität, die für den hier beschriebenen Fall zwischen ca. 10 mH und 100 mH gewählt ist. Mit dieser Nebendrossel erreicht man, daß der Wechsel von dem lückenden in den nichtlückenden Betrieb bereits bei sehr kleinen Strömen von einigen mA stattfindet. Den nichtlückenden Betrieb kann man durch entsprechende Dimensionierung des Kondensators 8, dessen Kapazität mit den obigen Vorgaben zwischen 1 μ F und ca. 5 μ F gewählt wird, auch im Leerlauf erhalten. Die Nebendrossel verhindert, daß ein lückender Betrieb auftritt, ist jedoch so dimensioniert, daß sie während des üblichen Betriebes des Wechselrichters in die Sättigung geht und wirkungslos wird, wenn allein durch die Hauptdrossel 6 ein nichtlückender Betrieb aufrechterhalten werden kann. 20

Ein Vorteil des beschriebenen Wechselrichters liegt auch darin, daß Energie auch vom Verbraucher 11 zum Wechselrichter zurückfließen kann. Bezeichnet man die Brückenpunkte, die mit dem DC/DC-Gleichrichter verbunden sind mit A und C und die Brückenpunkte der Brückendiagonale mit B und D, so fließt während der positiven Halbwelle Energie vom Wechselrichter zum Verbraucher, wenn die Transistoren T1 und T3 leitend sind, und zwar über den Weg A, T1, B, Verbraucher 11, 25 D, T3 und C. Bei der negativen Halbwelle, wenn die Transistoren T2 und T4 leitend sind, fließt Energie vom Wechselrichter zum Verbraucher längs des Weges A, T2, D, Verbraucher 11, B, T4 und C.

Wenn der Verbraucher 11 eine komplexe Last ist, so gibt es jedoch noch Zusatzfunktionen des Steuer- und Regelkreises 12, mit denen eine Rückspeisung der Energie vom Verbraucher zum Wechselrichter möglich ist. 30

Während der positiven Halbwelle fließt Energie vom Verbraucher 11 zum Wechselrichter, wenn der Transistor T4 bei passendem Tastverhältnis leitend wird, und zwar über den Weg Verbraucher 11, B, T4, C, T3, D, Verbraucher 11. In dieser Stromschleife wird die Energie in den Drosseln 6 und 7 zwischengespeichert. 40

In der durch das Tastverhältnis bedingten Sperrphase 45 des Transistors T4 wird automatisch die Diode D1 leitend. Dadurch wird die vorher in den Drosseln zwischengespeicherte Energie in den Kondensator 3 umgelagert, so daß sich eine Stromschleife zwischen der Diode D1, A, Kondensator 3, C, D3, zurück zum Verbraucher 11 und den Drosseln 6 und 7 ergibt. 50

Während der negativen Halbwelle kann Energie vom Verbraucher zum Wechselrichter fließen, wenn der Transistor T3 bei passendem Tastverhältnis leitend wird. Es ergibt sich eine Stromschleife vom Verbraucher 11 über D, T3, C, D4, B, 6, 7, zum Verbraucher 11 zurück. Die Energie vom Verbraucher wird in den Drosseln 6 und 7 zwischengespeichert. 55

In der Sperrphase des Transistors T3, bedingt durch das Tastverhältnis, wird dann automatisch die Diode D2 zusätzlich leitend. Dadurch wird die vorher in den Drosseln zwischengespeicherte Energie in den Kondensator 3 umgelagert. Es ergibt sich eine Stromschleife vom Verbraucher 11 über D, D2, A, 3, C, D4, B, 6 und 7, zurück zum Verbraucher 11. 60

In Fig. 2 ist ein Schaltnetzteil dargestellt, daß demjenigen gemäß Fig. 1 ähnelt, wobei jedoch die Ausführung der Haupt- und Nebendrossel 6' bzw. 7' modifiziert ist. 65

In Fig. 2 sind schematisch nur der Akku 1, der DC/DC-Wandler 2, der Elektrolytkondensator 3, an dem die Zwischenkreisspannung anliegt, und die Brücke 5 mit der Spannungsregelschaltung 12 dargestellt. Diese Schaltungselemente sind entsprechend Fig. 1 aufgebaut. Die Haupt- und Nebendrosseln 6' und 7' sind jeweils aus zwei Einzelspulen 61 und 62 bzw. 71 und 72 zusammengesetzt. Die Einzelspulen 61 und 62 der Hauptdrossel 6' sind auf einen gemeinsamen Kern 63 als Doppeldrossel gewickelt, wohingegen die Nebendrosseln 71 und 72 getrennt ausgeführt sind. Zwischen den Einzelspulen 61 und 71 bzw. 62 und 72 erfolgt noch ein dynamischer Spannungsabgriff für den Spannungsregelkreis 12.

Die Zeichnungen und die Beschreibung sind selbstverständlich schematisch. So ist es möglich, daß die erwähnten Transistoren jeweils Leistungstransistoren mit vorgeschalteten Treiberstufen sind. Außerdem sind weitere Siebkondensatoren und Drosseln zur Glättung und Feinfilterung der Ausgangsspannung möglich. 15 20

Patentansprüche

1. Wechselrichter mit einer Vierweg- bzw. H-Brücke, in deren vier Zweigen je ein mit einer Diode überbrückter angesteuerter Schalter gelegen ist und in deren Diagonalzweig in Serie eine Drossel und ein Kondensator gelegen ist, sowie mit einer Ansteuerschaltung für die Schalter, wobei eine in eine Wechselspannung umzuwandelnde Gleichspannung an den zwei nicht mit dem Diagonalzweig verbundenen Brückenpunkten angelegt und die Ausgangsspannung für einen Verbraucher längs des Kondensators abgenommen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Drossel (6, 7) aufgeteilt ist in eine erste Drossel (Hauptdrossel 6) und eine seriell dazu geschaltete zweite nichtlineare Drossel (Nebendrossel 7) und daß die Induktivität der Nebendrossel (7) so bemessen ist, daß diese Drossel wirkt, wenn die Hauptdrossel (6) im lückenden Betrieb ist, und gesättigt ist, sobald die Hauptdrossel (6) aus dem lückenden in den nichtlückenden Betrieb übergeht.

2. Wechselrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Nebendrossel (7') in zwei Einzelspulen (71, 72) aufgeteilt ist, die im Stromweg vor bzw. hinter einem zugeschalteten Verbraucher (11) liegen.

3. Wechselrichter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptdrossel (6') eine Doppeldrossel aus zwei Einzelspulen (61, 62) ist, die auf einen gemeinsamen Kern (63) gewickelt sind, und daß die Einzelspulen (71, 72) der Nebendrossel (7') jeweils im Stromweg zwischen den Einzelspulen (61, 62) der Hauptdrossel (6') und dem Verbraucher (11) liegen.

4. Wechselrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nebendrossel (7, 7') im Bereich des lückenden Betriebes der Hauptdrossel (6, 6') eine größere Induktivität als die Hauptdrossel (6, 6') aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

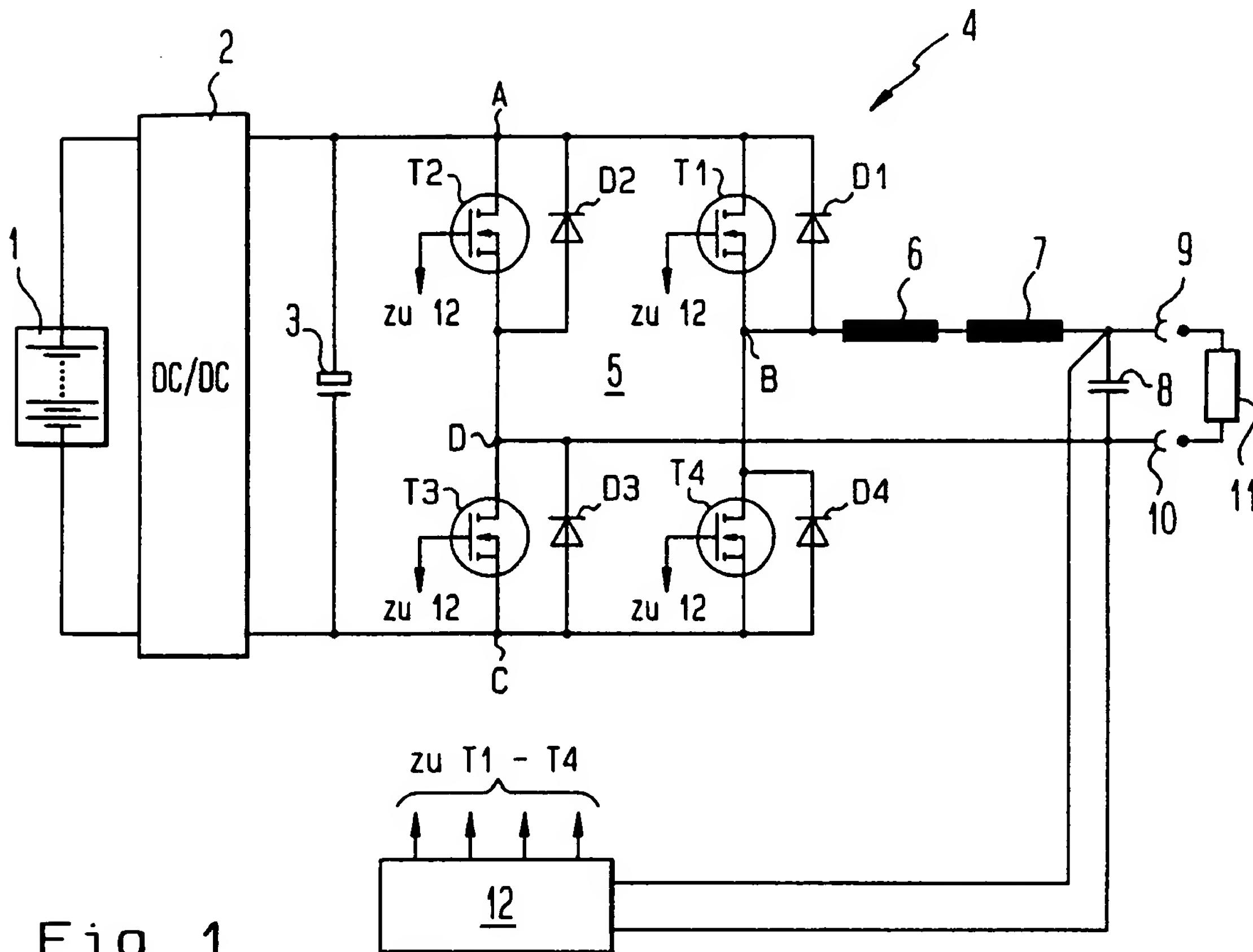


Fig. 1

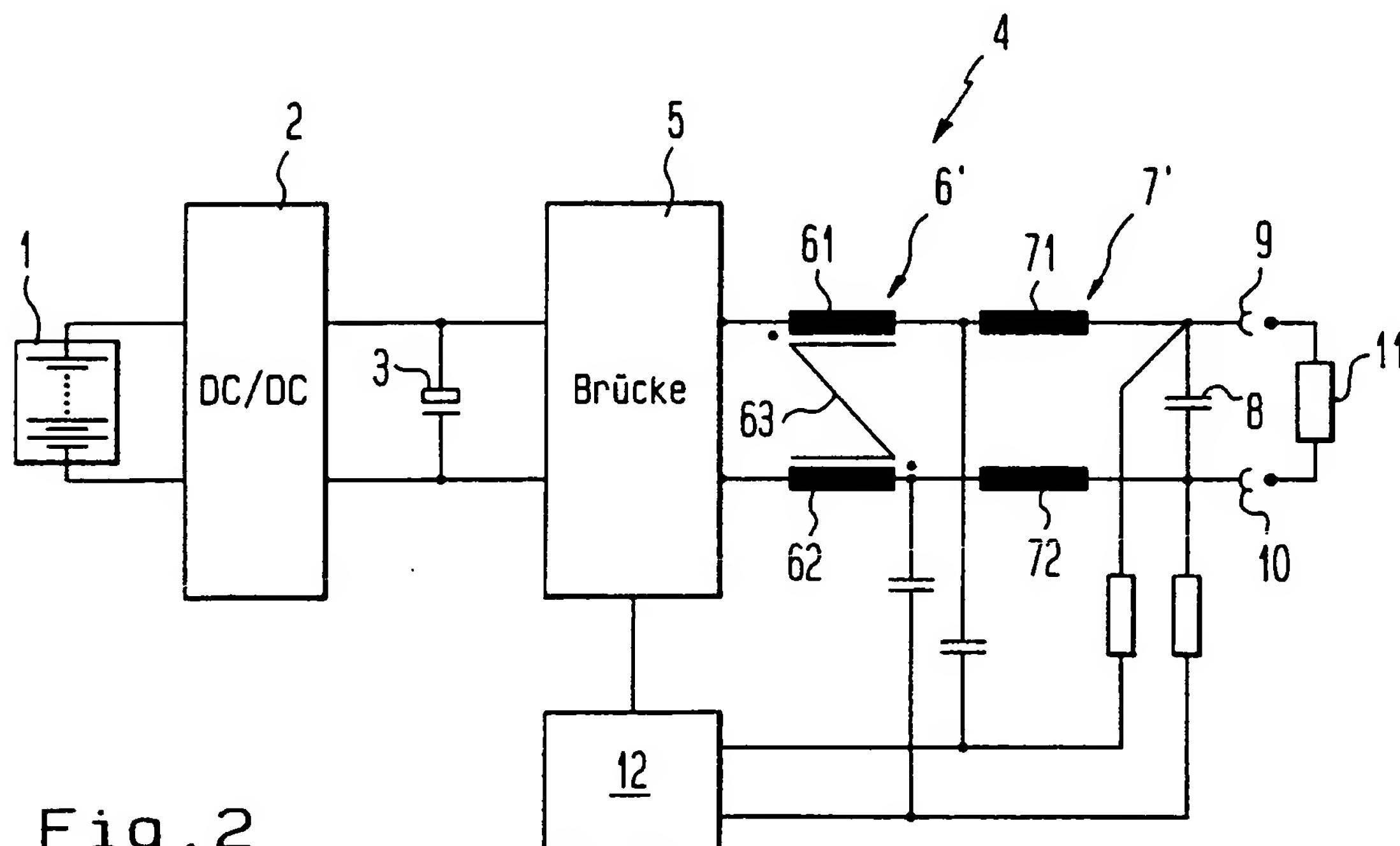


Fig. 2